

KONINKRIJK DER



NEDERLANDEN

Bureau voor de Industriële Eigendom



Hierbij wordt verklaard, dat in Nederland op 22 juli 2002 onder nummer 1021125,  
ten name van:

**N.V. NEDERLANDSCHE APPARATENFABRIEK "NEDAP"**

te Groenlo

een aanvraag om octrooi werd ingediend voor:

"Schakelende modulator",

en dat de hieraan gehechte stukken overeenstemmen met de oorspronkelijk ingediende stukken.

Rijswijk, 20 augustus 2003

De Directeur van het Bureau voor de Industriële Eigendom,  
voor deze,

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'M.M. Enhus'.

Mw. M.M. Enhus

#### Uittreksel

Een radiofrequente identificatie-ondervragingseenheid waarvan het ondervragingssignaal in amplitude gemoduleerd wordt door de voedingsspanning van de eindversterker om te schakelen tussen twee vooraf ingestelde waarden. Daarbij wordt gebruik gemaakt van twee afzonderlijke spanningsbronnen, elk goed gefilterd van ruiscomponenten. Door in serie met de voedingsspanningsingang van de eindversterker een zelfinductie op te nemen, wordt in combinatie met de in de eindversterkerschakeling reeds aanwezige RF ontkoppelcondensatoren een laagdoorlaat filterschakeling gevormd, die grote piekstromen tijdens het omschakelen voorkomt en de bandbreedte van het gemoduleerde ondervragingssignaal beperkt. Tevens kan door de dempingsfactor van de laagdoorlaattfilterschakeling instelbaar te maken door middel van een instelbare parallel- of serieweerstand, de vorm van de modulatie van de stroom in de antenne lus geoptimaliseerd worden.

## Schakelende modulator

- 5 In een RFID systeem (Radio Frequentie IDentificatie) worden identificatie labels uitgelezen door een uitleeseenheid, ook wel interrogator of reader genoemd. Er is een grote verscheidenheid aan applicaties voor deze systemen zoals toegangsverlening, dierherkenning en veemanagementsystemen, goederenherkenning, industriële automatisering, etc.

- 10 Traditioneel bestaat een uitleeseenheid uit een zenderschakeling, die een hoogfrequent signaal opwekt met enig vermogen en waarmee d.m.v. een antennespoel een magnetisch veld wordt opgewekt. Dit magnetische veld induceert op haar beurt een spanning in een spoel van een in het veld aanwezige label. Daarmee wordt een elektronische schakeling gevoed, welke een code genereert, die het nummer vertegenwoordigt dat is opgeslagen in het geheugen van de schakeling.
- 15 Eén of meer eigenschappen van de resonantiekring, waar bovengenoemde spoel deel van uitmaakt, wordt met het codesignaal gemoduleerd. Daarmee wordt het secundaire magnetische veld van de spoel tevens gemoduleerd, en dit signaal wordt terugontvangen in de antennespoel van de uitleeseenheid. Een ontvangerschakeling, tevens verbonden met de antennespoel, selecteert dit labelsignaal uit, versterkt en decodeert het, waarmee het in het label opgeslagen nummer uitgelezen is.

- 20 In de oudste RFID systemen werd het nummer tijdens de productie van het label onveranderbaar opgeslagen. In latere systemen werd het mogelijk dit nummer te wijzigen, of geheel andere data in het label op te slaan. Daarvoor is nodig dat het door de uitleeseenheid uitgezonden signaal niet alleen tot taak heeft het label van energie te voorzien, maar ook als draaggolf werkt voor het transporteren van data van de uitleeseenheid naar het label.
- 25 Gezien de eis de complexiteit van de schakeling in het label gering te houden, is amplitude modulatie (AM, ASK, OOK) de aangewezen modulatievorm.

- In de nieuwste RFID systemen krijgt het door de uitleeseenheid uitgezonden signaal nog een derde functie, namelijk die van besturingssignaal ten dienste van het communicatieprotocol.
- 30 Hierbij gaat het om zogenaamde Reader Talk First systemen. Bij de voorgaande systemen (Tag Talk First) begint een label met het uitzenden van zijn codesignaal, zodra voldoende energie uit het magnetisch veld betrokken wordt. Dat maakt dat in het geval meerdere labels gelijktijdig zich in het veld bevinden deze labels ook gelijktijdig (kunnen) gaan zenden, waardoor de ontvangst in de ontvanger van het uitleeseenheid verstoord wordt.
- 35 In veel applicaties is het echter noodzakelijk dat gelijktijdig een groot aantal labels zich in het ondervraagveld kan bevinden. Dit probleem wordt opgelost door middel van een anti-collision protocol in combinatie met het Reader Talk First principe. Een label begint pas met uitzenden

van zijn datasignaal, nadat de uitleeseenheid daartoe opdracht geeft. Indien zich meerdere labels in het veld bevinden, worden deze labels ingedeeld in tijdgleuven, tijdlijks uitgezet, of op een andere wijze aangestuurd, overeenkomstig het desbetreffende protocol. Er zijn verschillende anti-collision protocollen bekend.

5

Als voorbeeld worden hier de systemen genoemd, die voldoen aan de standaard voor vicinity personen kaarten volgens ISO 15693. De draaggolffrequentie van het ondervraagssignaal bedraagt 13,56 MHz. Het ondervraagssignaal wordt gemoduleerd door de draaggolf kortstondig te onderbreken (100 % modulatie) of een dip in de amplitude te laten vallen (modulatiediepte ca. 20 %). De duur van deze onderbrekingen of dips bedraagt 9,5 of 19  $\mu$ s. De data is gecodeerd in de positie van de modulaties. Figuur 1 illustreert dit proces.

10

Amplitudemodulatie wordt bijvoorbeeld gegenereerd door van een of meer versterkertrappen de voedingsspanning te variëren. Voor een optimaal vermogensrendement kan dat het beste uitgevoerd worden op de laatste versterkertrap, die de zendenergie afgeeft aan de antenne (eindtrap).

15

Bij deze RFID systemen wordt continu een draaggolf uitgezonden door de ondervrager, welke draaggolf in het label de voedingsspanning opwekt. Door middel van amplitudemodulatie van deze draaggolf wordt data naar het label gezonden, en wordt vervolgens het label getriggerd om een retoursignaal uit te zenden.

20

In de eerder genoemde standaard is te vinden dat de datacommunicatie van label naar de leeseenheid verloopt door middel van modulatie van een subdraaggolf. Deze subdraaggolf op haar beurt moduleert weer de resonantiekring in het label. De subdraaggolffrequenties in het geval van ISO standaard 15693 bedragen 424 en 484 kHz. Deze subdraaggolven geven aanleiding tot zijbanden op de frequenties  $13,56 \text{ MHz} \pm 424 \text{ kHz}$  en  $13,56 \text{ MHz} \pm 484 \text{ kHz}$ . Het ontvangerdeel van de leeseenheid ontvangt daarmee in één van beide doorlaatbanden,  $13,56 \text{ MHz} \pm (400 - 500) \text{ kHz}$ , of beide.

25

Als dit ondervragingssignaal verontreinigd is met ruis die gemoduleerd is op het ondervragingssignaal en zich manifesteert als ruiszijbanden, dan wordt deze ruis ook ontvangen in de ontvanger. De te ontvangen labelsignalen kunnen daardoor gemaskeerd raken door deze zenderruis.

30

Hierbij dient opgemerkt te worden dat de modulatiezijbanden, die ontstaan bij het in amplitude moduleren van het ondervragingssignaal, de te ontvangen labelsignalen niet kunnen maskeren, omdat de labels pas dat retoursignaal uitzenden nadat het moduleren van het ondervragingssignaal gestopt is.

35

Het is dus van groot belang het zend(ondervragings-)signaal vrij te houden van ruiscomponenten.

- Indien op de voedingsspanningen van de zenderversterkertrappen ruis gesuperponeerd is - wat
- 5 normaliter voorkomt - dan wordt deze ruis gemoduleerd op het ondervragingssignaal. De modulatie kan zowel amplitudemodulatie, fasemodulatie, of een combinatie van de twee mogelijkheden betreffen. Deze ruis is dan constant aanwezig, ook in de ontvangperiodes.
- Om deze parasitaire modulatie van ruis te voorkomen, moeten deze voedingsspanningen goed gefilterd worden, onder meer door middel van parallelcondensatoren met hoge
- 10 capaciteitswaarden. Dit vereiste is echter strijdig met het vereiste om de voedingsspanning snel te kunnen variëren voor het in amplitude moduleren van het ondervragingssignaal.

Het is het doel van de uitvinding een oplossing te geven voor het boven aangegeven probleem.

- 15 Een oplossing in het kader van de uitvinding wordt gegeven door twee spanningsbronnen te benutten en de zenderversterker om te schakelen tussen deze twee spanningsbronnen. Figuur 2 laat een dergelijke schakeling zien. Een voedingsspanningbron 1 bestaat uit spanningsbron 2 met voedingsspanning V1 en filtercondensator 3. Een tweede voedingsspanningbron 4 bestaat uit een spanningsbron 5 met voedingsspanning V2, en een
- 20 filtercondensator 6.
- De uitgangsspanningen van beide voedingsspanningsbronnen 1 en 4 worden geleid naar schakelaar 7. Schakelaar 7 wordt omgeschakeld in het ritme van de modulatie van het ondervragingssignaal.
- Spoel 8 verbindt schakelaar 7 met de zenderschakeling 9, waarin weerstand 10 de belasting van
- 25 de voedingsspanning aangeeft. Condensator 11 representeert een of meer ontkoppelcondensatoren, die ertoe dienen de hoogfrequente signaalwegen binnen de zendversterkerschakelingen te sluiten, en te voorkomen dat hoogfrequente signaalcomponenten vanuit de zenderschakeling terugstromen naar de modulator en voedingcircuits.
- 30 Indien spoel 8 niet aanwezig is en vervangen door een doorverbinding, of als de zelfinductie van spoel 8 te laag is, zal condensator 11 parallel staan óf aan condensator 3 in voedingsspanningbron 1, óf aan condensator 6 in voedingsspanningbron 4. Daar de spanningen V1 en V2 verschillend zijn zal, wanneer schakelaar 7 omschakelt, de spanning over condensator 11 ook in één stap veranderen. Dit gaat gepaard met een hoge stroompiek in de verbinding
- 35 tussen de condensatoren 3 of 6 enerzijds en condensator 11 anderzijds.
- De hoge stroompiek zal aanleiding geven tot vermogensdissipatie in de verliesweerstand van schakelaar 7. Daarnaast zal de steile spanningsstap van de voedingsspanning van de

zendversterker 9 aanleiding geven tot onnodig brede modulatieband van het ondervragingssignaal, en daarmee tot elektromagnetische interferentie (EMI).

- De taak van spoel 8 is dus het begrenzen van de stroompieken en het verzorgen van een geleidelijke variatie van de gemoduleerde voedingsspanning van de zenderschakeling. Spoel 8 vormt samen met capaciteit 11 en parallel impedantie 10 een resonerend laagdoorlaatfilter. De resonantiefrequentie wordt gegeven door  $f = 1 / 2\pi\sqrt{LC}$ , terwijl de dempingsfactor  $D$  gegeven wordt door  $D = \sqrt{L/C} / R$ .  $R$  is gelijk aan de belastingweerstand 10.
- 10 Het effect van de grootte van de dempingsfactor op de signaalvorm wordt zichtbaar gemaakt in de figuren 3 en 4.
- Deze figuren tonen de uitkomsten van SPICE simulaties van de onderhavige schakeling van figuur 2. Vin is de spanning op het knooppunt tussen schakelaar 7 en spoel 8. En Vout is de voedingsspanning van de zender over condensator 11. In deze figuren is goed te zien hoe, en met welke snelheid, de voedingsspanning de eindwaarde na een stap nadert, hetzij vanuit dezelfde richting als waar de curve begint (undershoot,  $D = 2,0$  en  $D = 1,7$ ) of een curve die eerst door de eindwaarde heen schiet en daarna via een of meer oscillaties de eindwaarde bereikt (overshoot,  $D = 1,33$ ,  $D = 1,0$ , en  $D = 0,67$ ). Verder is duidelijk dat, naarmate de dempingsfactor kleiner is, de tijd, die nodig is om voor het eerste in de buurt van de eindwaarde te komen, kleiner is.
- De zender stuurt met het uitgangssignaal een antenne aan, die bestaat uit een afgestemde lus, die vanwege de stroom in de lus een magnetisch veld genereert. Om met een beperkt signaalvermogen een zo sterk mogelijk magnetisch veld te kunnen genereren, moet de kringstroom in de lus ook zo groot mogelijk zijn. Dat wordt bereikt door de afgestemde antennelus een zo groot mogelijke Q-factor mee te geven, bijvoorbeeld ter grootte van  $Q = 50$ . Een dergelijk hoge Q-factor voor de antennelus betekent een kleine bandbreedte, en daarmee een lange inslingertijd indien de amplitude van het zendsignaal omgeschakeld wordt van het ene naar het andere niveau.
- Figuur 6 laat zien wat de resulterende vorm van de amplitudemodulatie is indien de afgestemde antennelus aangestuurd wordt met een rechthoekig gemoduleerd zendsignaal.
- In figuur 7 is het zendsignaal gemoduleerd op een wijze volgens de uitvinding. Duidelijk is te zien dat de resulterende amplitudemodulatie een meer rechthoekige vorm heeft, terwijl de schuine flanken en de afrondingen zorgdragen voor een beperkte RF bandbreedte. In deze simulatie is de Q-factor van de antennelus, 27, de dempingsfactor van het modulator circuit,

0,67, bedraagt de zelfinductie van spoel 8 10  $\mu$ H, de capaciteit van capaciteit 11 33 nF.

De figuren 8 en 9 laten hetzelfde zien als de figuren 6 resp. 7, maar nu voor een Q-factor van de antenne lus van 50, een dempingsfactor van het modulatorcircuit van 0,32, een capaciteit van  
5 capaciteit 11 van 60 nF,

Deze voorbeelden laten zien dat de wijze van moduleren volgens de uitvinding een positief neveneffect heeft, namelijk de mogelijkheid om de traagheid van een smalbandige antenne lus te compenseren door middel van het onderkritische gedempte laagdoorlaatfilter in de  
modulatorschakeling.

10 Het kan dus van belang zijn de demping van het laagdoorlaatfilter instelbaar te maken, zodat de compensatie zodanig is, dat de resulterende modulatie optimaal is. In de schakeling van figuur 2 wordt de demping bepaald door de gelijkstroom belasting weerstand 9, die de belasting door de zenderversterker representeert. Deze weerstand kan niet instelbaar gemaakt worden. Echter  
15 door een instelbare weerstand 12 parallel te schakelen kan dit wel gerealiseerd worden, zie figuur 10. Om te voorkomen dat deze dempweerstand een kortsluiting vormt voor de gelijkstroom, is condensator 13 in serie opgenomen. De capaciteit van condensator 13 is veel groter dan die van capaciteit 11.

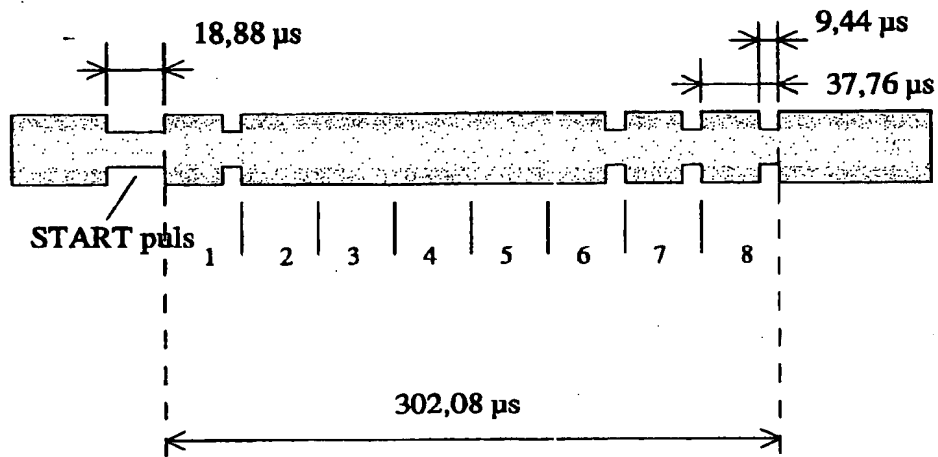
20 De schakeling van figuur 10 functioneert bevredigend voor een modulatie diepte tot 20 %. Bij grotere modulatie diepten veroorzaakt de grote capaciteit van condensator 13 vervorming van de modulatiepulsen.

Een oplossing daarvoor wordt gevormd door de extra demping aan te brengen in de vorm van een serieweerstand 14, zoals weergegeven in figuur 11. Om gelijkstroomverliezen in  
25 serieweerstand 14 te voorkomen, kan deze overbrugd worden met spoel 15, waarbij de zelfinductie van spoel 15 veel groter moet zijn dan die van spoel 8.

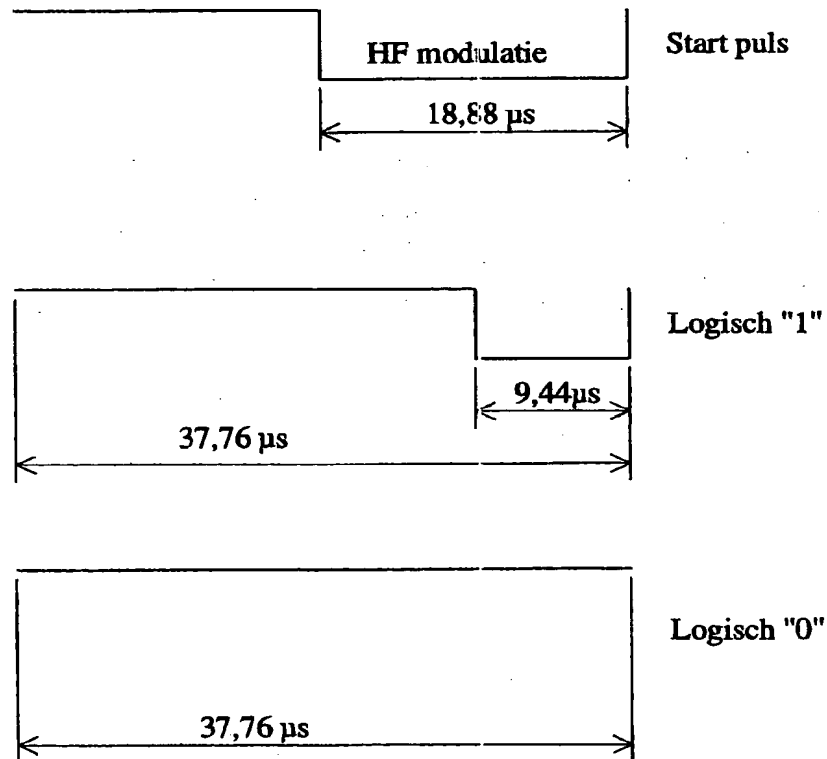
## Conclusies

1. Een radiofrequente identificatie-ondervragingseenheid met het kenmerk, dat het ondervragingssignaal in amplitude gemoduleerd wordt door met behulp van een elektronische schakelaar de voeding voor de eindversterker in de zenderschakeling te schakelen tussen twee goed gefilterde spanningsbronnen, waarvan de spanningswaarden vooraf zijn ingesteld.  
5
2. Een radiofrequente identificatie-ondervragingseenheid volgens conclusie 1 met het kenmerk, dat in de verbinding tussen de elektronische schakelaar en de eindversterker een spoel is opgenomen met een zodanige zelfinductie dat deze spoel samen met onder anderen in de eindversterker aanwezige parallelcondensatoren, een laagdoorlaatfilter vormt.  
10
3. Een radiofrequente identificatie-ondervragingseenheid volgens een of meer der voorgaande conclusies met het kenmerk, dat parallel aan de eindversterker een instelbare weerstand is geschakeld zodanig dat de dempingsfactor van het laagdoorlaatfilter zo kan worden ingesteld dat in combinatie met de Q-factor van de resonerende antenneslus de radiofrequente stroom door de antenneslus in een optimale vorm wordt gemoduleerd.  
15  
20
4. Een radiofrequente identificatie-ondervragingseenheid volgens een of meer der voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat in serie met de spoel naar de eindversterker een instelbare weerstand is geschakeld zodanig dat de dempingsfactor van het laagdoorlaatfilter zo kan worden ingesteld dat in combinatie met de Q-factor van de resonerende antenneslus de radiofrequente stroom door de antenneslus in een optimale vorm wordt gemoduleerd.  
25

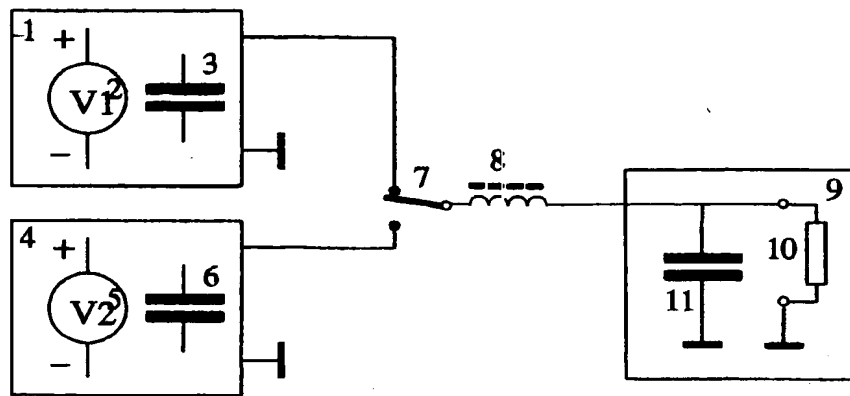




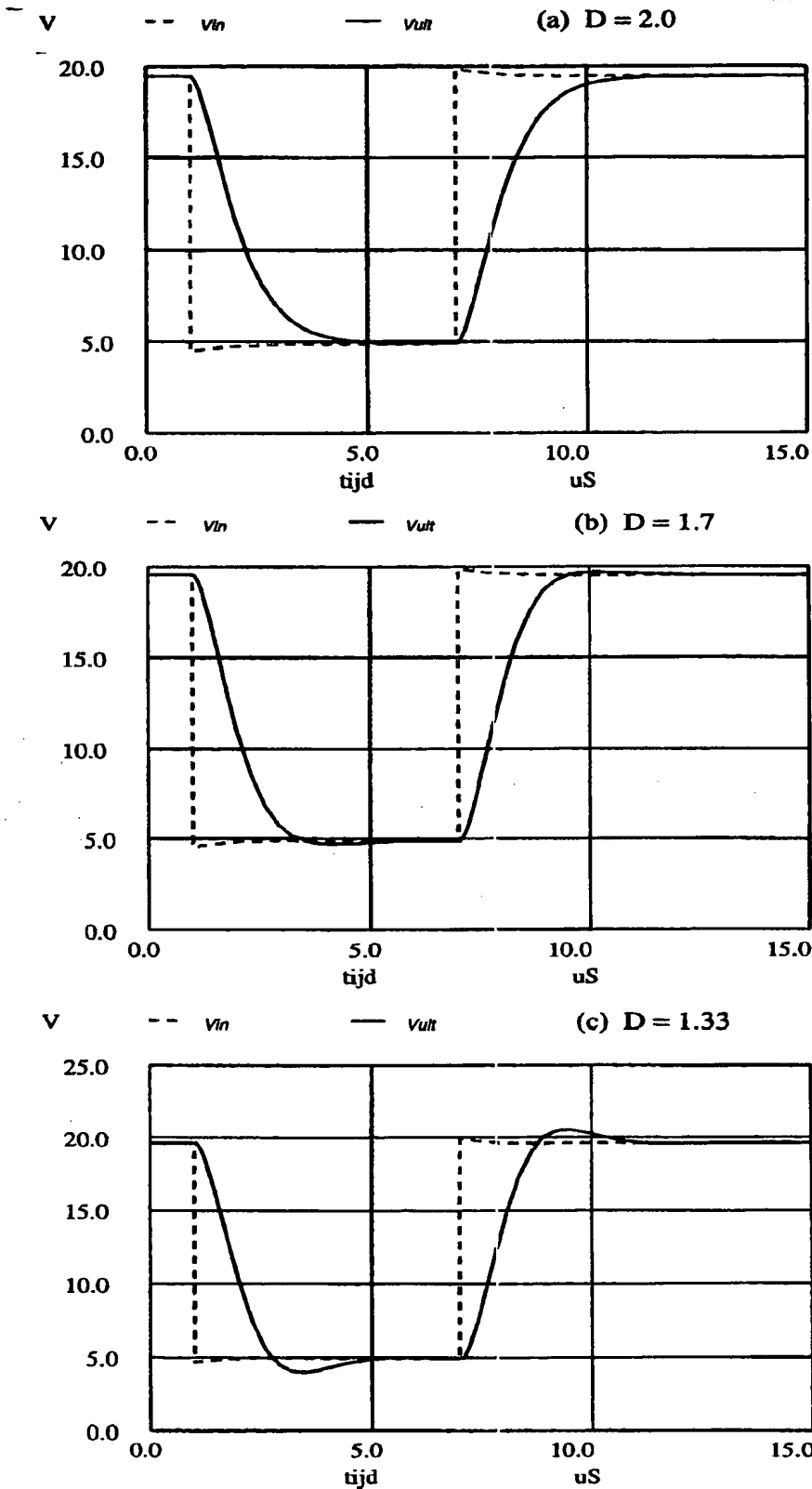
Codering "fast mode" (1 uit 4)



Figuur 1.

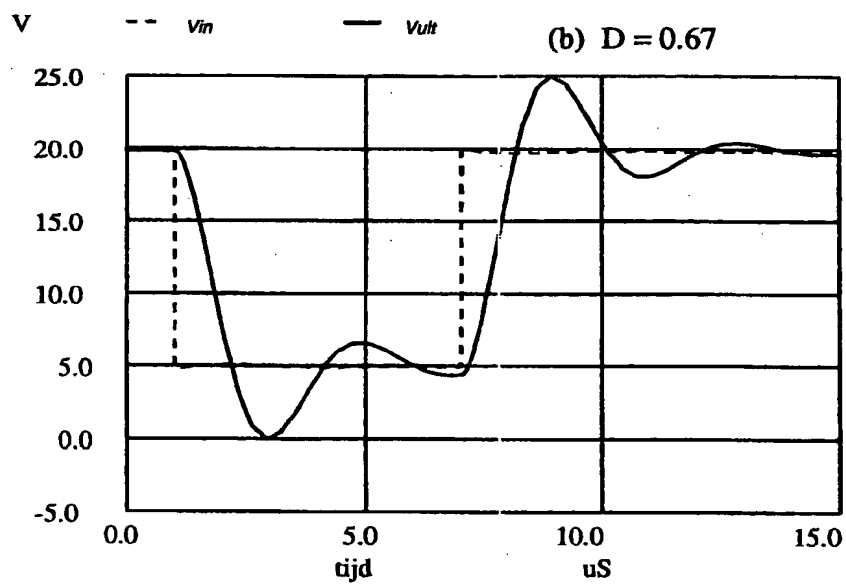
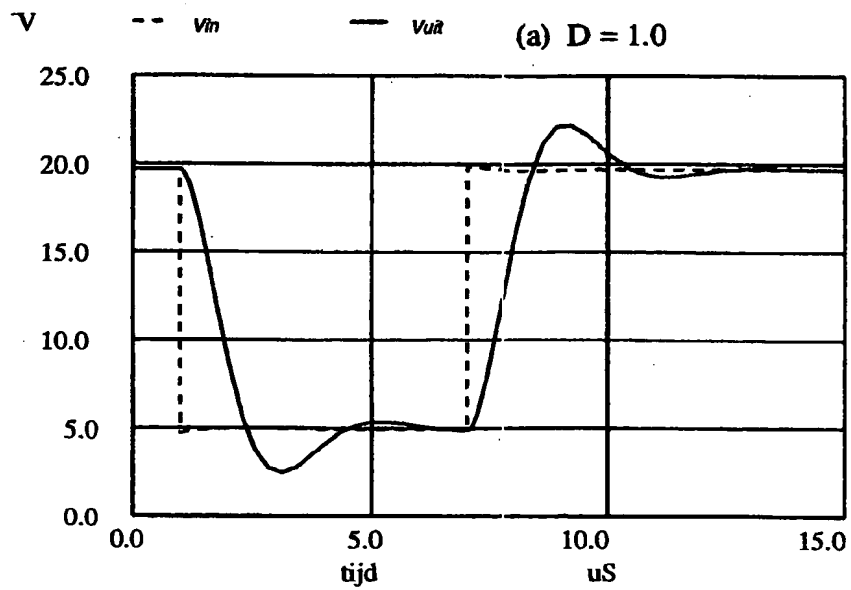


Figuur 2.

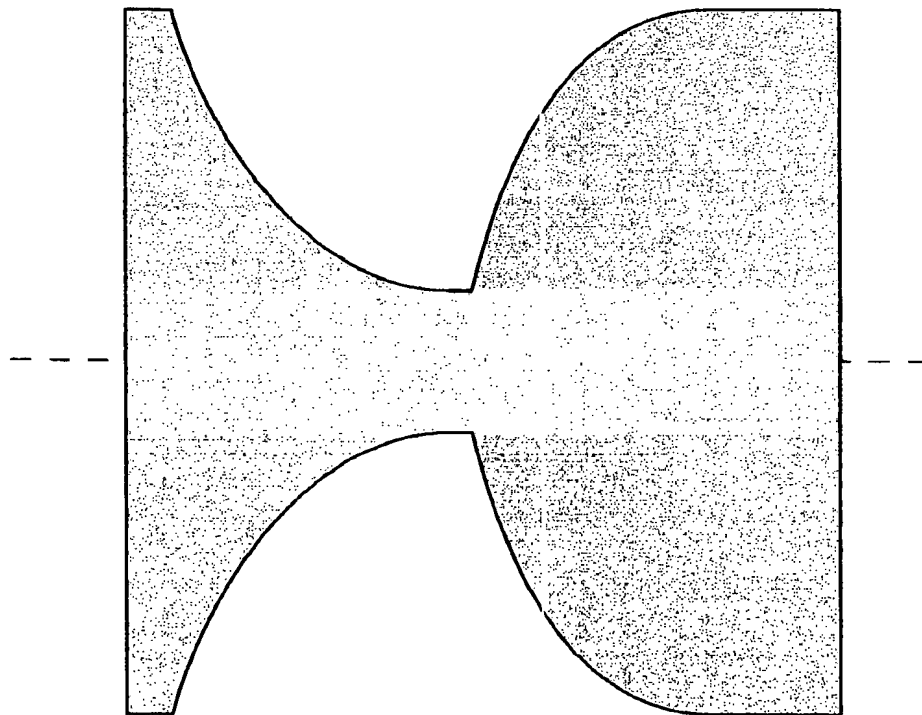
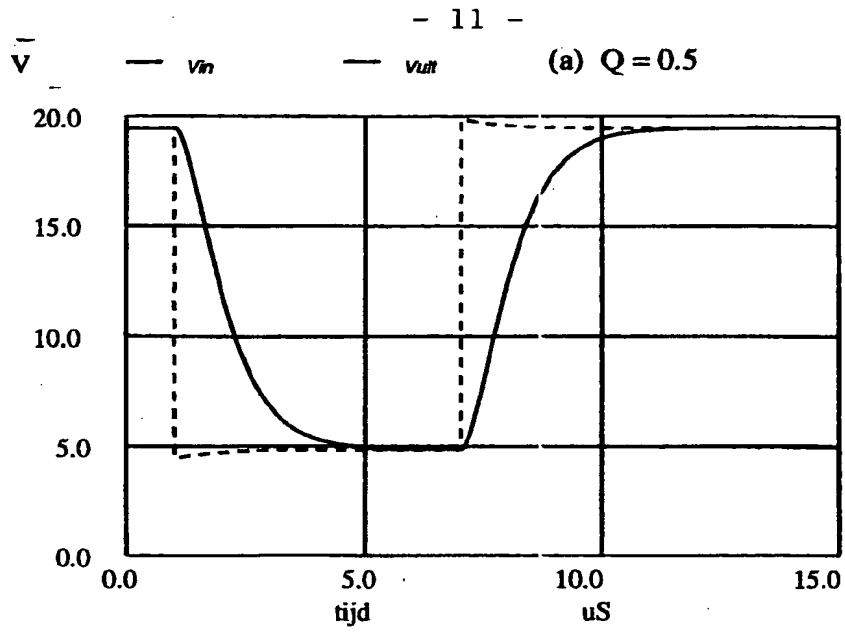


Figuur 3

- 10 -

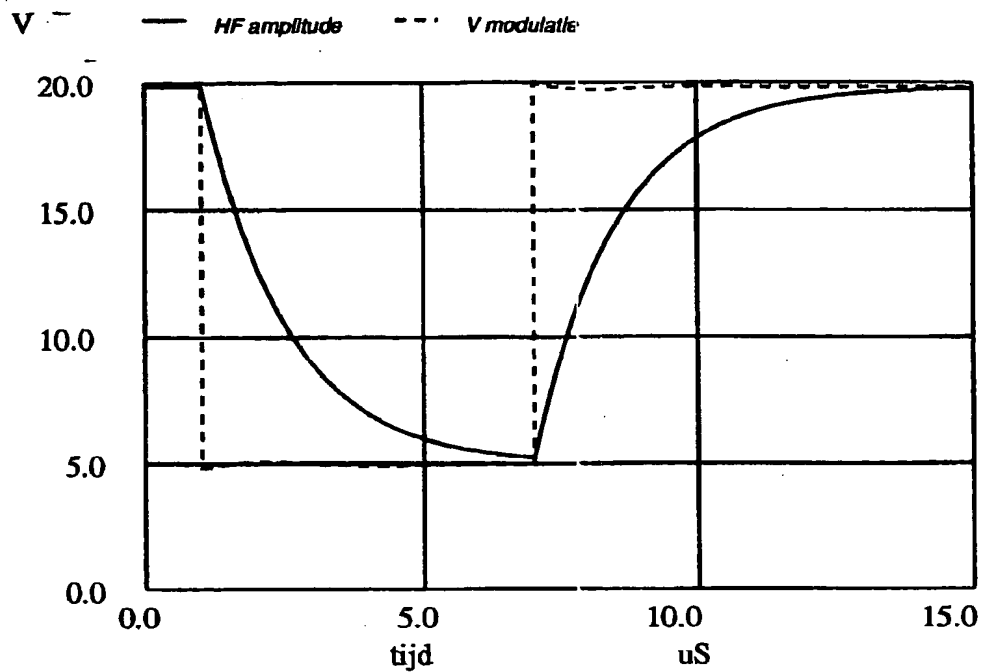


Figuur 4.

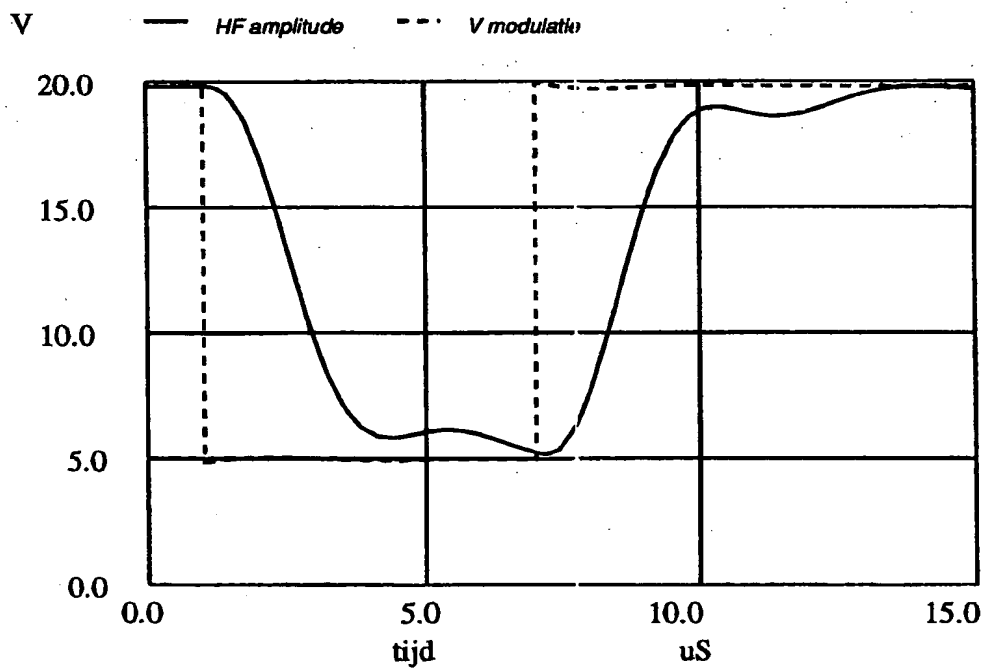


Figuur 5.

- 12 -

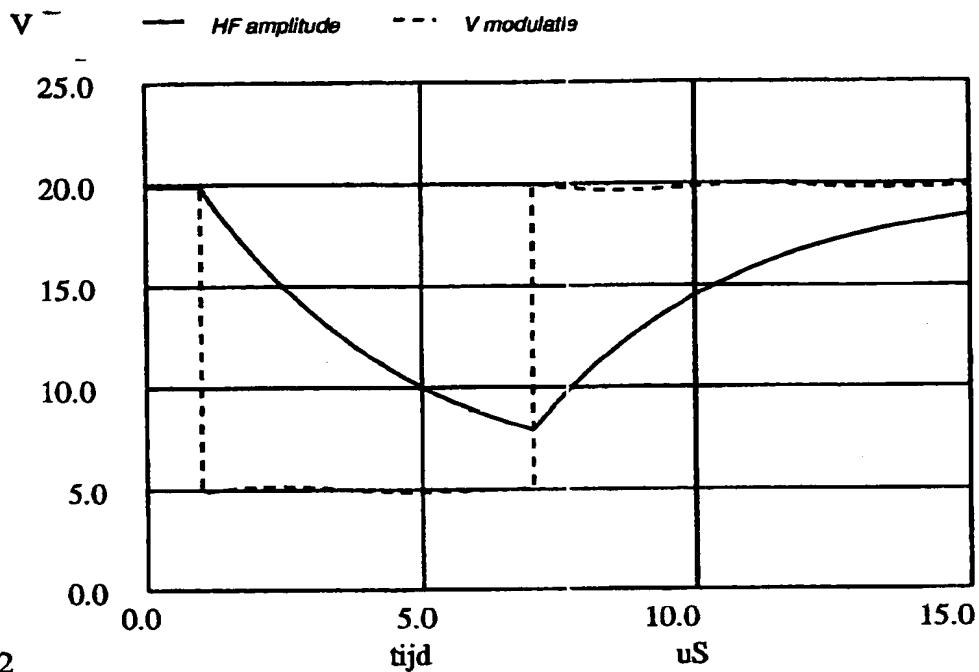


Figuur 6.

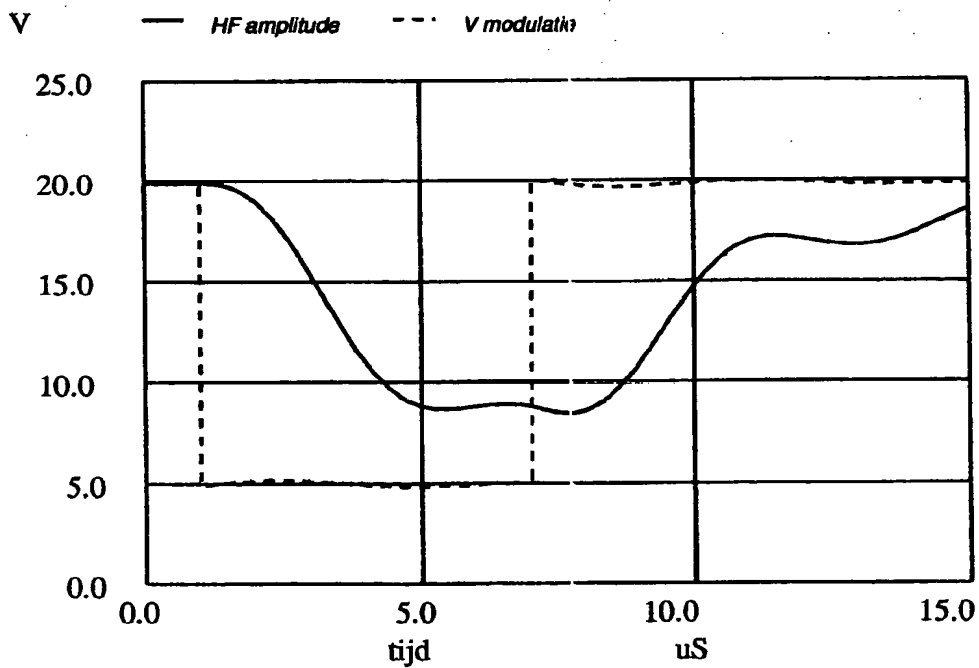


Figuur 7.

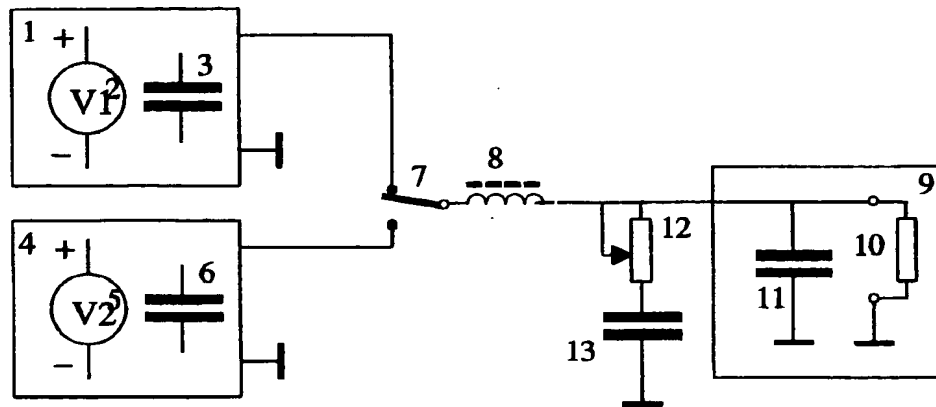
- 13 -



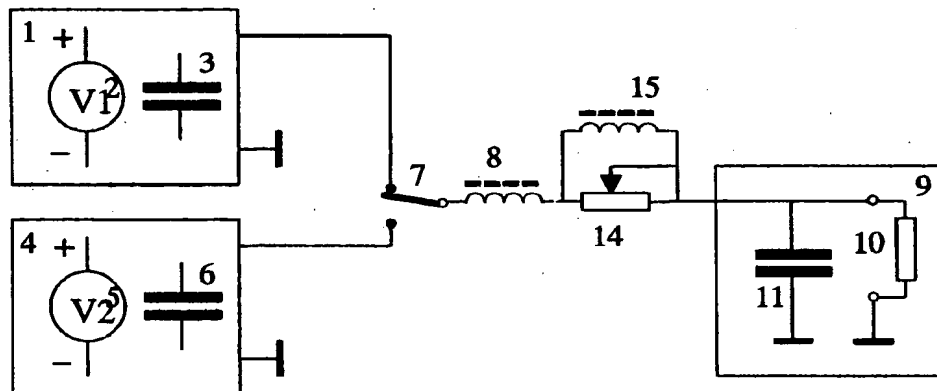
Figuur 8.



Figuur 9.



Figuur 10.



Figuur 11.